

5

10 Verfahren zur Erkennung von Szenenänderungen und  
Überwachungseinrichtung hierzu

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren bzw. einer  
Überwachungseinrichtung nach der Gattung der unabhängigen  
Ansprüche. Aus der Veröffentlichung „Gefahrenmeldesysteme,  
Technik und Strukturen“ von Harald Fuhrmann, Hüttig-Verlag  
Heidelberg, 1992, ISBN 3-7785-2185-3, S.82 - 83, ist es  
20 schon bekannt, ein Referenzbild eines Blickbereichs mit  
einem aktuellen Bild zu vergleichen, so daß Änderungen im  
aktuellen Bild relativ zum Referenzbild zu einer Alarmierung  
führen; zur Erkennung der Unterschiede wird ein Grauwert-  
Vergleich durchgeführt.

25

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße  
Überwachungseinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen  
30 der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil,  
daß bei der Detektion von Personen in einer vorgegebenen  
Szene, die sich dort ungewöhnlich lange aufhalten, oder bei  
der Erkennung von Gegenständen, die in einer vorgegebenen  
Szene platziert werden, oder bei der Erkennung eines  
35 Diebstahls von Gegenständen aus einer vorgegebenen Szene,

BEST AVAILABLE COPY

also bei der Detektion statischer Veränderungen in einem vorgegebenen Blickbereich, bewußt Störgrößen zugelassen werden können. Dadurch, daß nicht das Bildsignal direkt ausgewertet wird, d. h. nicht die Grau- oder Farbwerte des Kamerabildes direkt, sondern die in einem Kamerabild enthaltene Strukturinformation, bleiben Helligkeitsänderungen und unterschiedliche Beleuchtungen der Szene im Detektionsergebnis im wesentlichen unberücksichtigt.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Verfahren bzw. Überwachungseinrichtungen möglich. Besonders vorteilhaft ist, den Zeitverlauf der Änderung einer interessierenden Region mit dem Zeitverlauf einer Änderung des Gesamtbilds zu vergleichen, so daß langfristige Veränderungen der Region sicher erkannt werden, wobei die erforderlichen Zeitphasen der Veränderung in Abhängigkeit des einzelnen Anwendungsfalls vorgebbar sind. Temporäre Änderungen, wie beispielsweise die kurzfristige Verdeckung einer Kamera durch eine Person oder ein auf der Linse der Überwachungskamera sitzendes Insekt oder ähnliches, werden dabei sicher als solche erkannt und führen nicht zur Alarmauslösung.

Durch die Berücksichtigung einer weiteren vorgegebenen Zeit wird sichergestellt, daß außergewöhnliche Verdeckungen der Kamera, wie beispielsweise das Zudecken mit einem Tuch, von anderen Änderungen in der Szene unterschieden werden können, um eine Alarmierung auszulösen.

Die Verwendung der mittleren, quadratischen Abweichung aktueller Bilder erweist sich in vorteilhafter Weise als einfache Möglichkeit, einen statistischen Signifikanztest

unter Berücksichtigung des Bildrauschens durchzuführen und gleichzeitig ein in der Praxis zuverlässiges Merkmal für die Detektion von Änderungen bereitzustellen, so daß auch solche Änderungen noch registriert werden, die allein aufgrund der Korrelationsbetrachtung noch nicht zur Klassifikation der Region als geänderte Region geführt haben. Eine weitere Verbesserung des Signifikanztests erfolgt dadurch, daß fortlaufend im Falle keiner Veränderung der Szene die Schwelle zur Detektion durch eine Messung des aktuellen Bildrauschens adaptiv nachgeführt wird. Diese Eigenschaft läßt einerseits die Verwendung unterschiedlicher Kameras für die Bildaufnahme zu, indem für die Detektion wichtige Eigenschaften der Kamera automatisch und damit selbständig erkannt und vermessen werden, andererseits werden Veränderungen der Kamera im Betrieb bei unterschiedlichen Beleuchtungs- und Alterungsbedingungen mit berücksichtigt und entsprechend kompensiert.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Überwachungsvorrichtung, Figur 2 ein Flußdiagramm, Figur 3 ein weiteres Flußdiagramm und Figur 4 ein drittes Flußdiagramm.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt eine Überwachungseinrichtung mit einer Kamera 1, einem Rechner 2, einer Eingabeeinrichtung 3, einer Speichereinrichtung 4, einer Signalanzeige 5 und einem Monitor 6, wobei die Kamera 1, die Eingabeeinrichtung 3, die Speichereinrichtung 4, der Monitor 6 und die Signalanzeige 5 mit dem Rechner 2 über Verbindungsleitungen 7 verbunden sind.

Die Kamera 1 ist auf einen vorbestimmten Blickbereich ausgerichtet, der überwacht werden soll. Die stationär montierte Kamera liefert Bilddaten an den Rechner 2, der  
5 eine videobasierte Erkennung von statischen Szenenänderungen durchführt, wie sie in den Figuren 2, 3 und 4 beschrieben ist. Der Speicher dient zur Speicherung der Referenzbilder, so daß die aktuellen Bilddaten mit dem abgelegten Referenzbild verglichen werden können. Der Monitor 6 stellt  
10 eine Abbildung des von der Kamera 1 aufgenommenen Blickbereichs zur Verfügung. Die Signalanzeige 5 gibt beispielsweise über einen akustischen oder optischen Warnvorgang eine statische Veränderung der Szene im Blickbereich kund. Die Signalanzeige kann hierbei im Monitor  
15 integriert sein, d. h. eine optische Anzeige kann in einem Teilbereich des Monitors erfolgen, wobei zusätzlich über Lautsprecher oder separat montierte Lautsprecher ein Alarmton abgegeben werden kann. Die Eingabeeinrichtung 3 dient zur Auswahl interessierender Regionen innerhalb des  
20 Blickbereichs, die speziell auf statische Veränderungen geprüft werden. Darüber hinaus können über die Eingabeeinrichtung Zeiten T1 und T2 eingegeben werden, die je nach Anwendungsfall die Zeitdauer einer Änderung bestimmen, die zur Alarmierung führen soll. Dabei dient die  
25 längere Zeit T2 zur Erkennung ungewöhnlicher langer Änderungen, wie beispielsweise bei Abdeckung der Kamera oder lang andauernden Manipulationen illegal handelnder Personen im Blickbereich. Die Zeit T1 hingegen dient zur Unterscheidung kurzfristiger Veränderungen in einem größeren  
30 Teil des Blickbereichs von einer Änderung in einer interessierenden Region. Die Zeiten T1 und T2 sowie die Auswahl der Regionen wird ebenfalls wie das Referenzbild im Speicher 4 abgelegt.

Figur 2 zeigt ein Flußdiagramm zum Verfahrensablauf der Bildverarbeitung. Eine stationäre Kamera nimmt kontinuierlich Bilder eines vorgegebenen Blickbereiches auf, in dem mögliche Veränderungen detektiert werden sollen. Vor Inbetriebnahme des Systems wird ein Referenzbild der Szene aufgenommen und in einem Speicher abgelegt. Bei laufender Überwachung werden die aktuellen Bilder des Blickbereiches mit dem Referenzbild verglichen. Hierzu wird im Verfahrensschritt 11 sowohl für das Referenzbild wie auch für das aktuelle die Strukturinformation berechnet, indem der Gradient der Helligkeitswerte und/oder der Farbwerte in horizontaler Richtung und vertikaler Richtung der zweidimensionalen Abbildungen und damit die Kanteninformation oder die Information über Grauwert- bzw. Farbwertsprünge im Blickbereich ermittelt wird. Anschließend wird im Verfahrensschritt 21 die Korrelation der im folgenden als Kantenbilder bezeichneten Gradienten vom aktuellen und dem Referenzbild berechnet. Dabei wird ein Korrelationskoeffizient  $r$  nach Bronstein-Semendjajew, Taschenbuch der Mathematik, Verlag Harri Deutsch, Thun, 24. Aufl. 1989, Formel (5.92), Seite 692, errechnet:

$$r = (\sum (x_n - \bar{x})(y_n - \bar{y})) / \sqrt{(\sum (x_n - \bar{x})^2 \sum (y_n - \bar{y})^2)}.$$

Dabei ist  $x_n$  der Gradient an der Position  $n$  im Referenzbild,  $y_n$  der Gradient an der Position  $n$  im aktuellen Bild,  $\bar{x}$  der Mittelwert der Gradienten im Referenzbild,  $\bar{y}$  der Mittelwert der Gradienten im aktuellen Bild und  $n$  der Nummerierungsindex der Bildpunktpositionen, der beispielsweise natürliche Zahlen durchläuft. Die Summationen laufen über die Gradienten  $x_n$  beziehungsweise  $y_n$  in beiden Raumdimensionen der auszuwertenden Regionen. Der Korrelationskoeffizient hat einen Wertebereich von -1 bis 1. Der Wert 1 bedeutet dabei das Vorliegen einer identischen Struktur, der Wert 0 eine nicht vorhandene Korrelation, d.h.

eine totale Veränderung des aktuellen Bilds im Vergleich zum Referenzbild. Ein Wert  $< 0$  deutet einen inversen Zusammenhang an und ist ebenfalls als totale Veränderung zu bewerten. Im Schritt 26 wird ein Vergleich des so  
5 ermittelten Korrelationswertes mit einer Schwelle  $S_3$  (z.B.  $S_3 = 0,3$ ) durchgeführt. Liegt der Korrelationswert oberhalb des Schwellenwerts, dann wird im Schritt 81 das Bild als nicht geändert erkannt ( $B = 0$ ). Im anderen Fall wird das Bild gegenüber dem Referenzbild als geändert erkannt  
10 (Verfahrensschritt 71,  $B = 1$ ).

Bei dieser Auswertung wird das Bildsignal nicht direkt, sondern die aus dem Bild berechnete Strukturinformation auf Ähnlichkeit überprüft. Durch die Verwendung der Korrelation  
15 der Strukturmerkmale werden Änderungen zwischen Referenzbild und aktuellem Bild, die durch Bildhelligkeit und Kontrast hervorgerufen werden, mit berücksichtigt, d. h. auch wenn sich beide Bilder in diesen Parametern unterscheiden, an identischen Bildpositionen aber ähnliche Strukturen  
20 aufweisen, führt die Auswertung der Korrelation zu einem großen Ähnlichkeitsmaß.

Vor Beginn der Überwachung werden interessierende Bereiche im überwachten Bildbereich festgelegt. Diese im folgenden  
25 als Regionen bezeichneten Teile des Bildes werden jedesmal, wenn ein neues Bild verarbeitet wird, ebenso wie das Gesamtbild einer Korrelationsbetrachtung unterworfen. Hierzu wird im Verfahrensschritt 10 aus dem im Verfahrensschritt 11 der Figur 2 erhaltenen Kantenbild das zur Region gehörige  
30 Kantenbild separiert und im Verfahrensschritt 20 der Korrelationswert des Regionenkantenbilds mit dem entsprechenden Teilbild des Kantenbilds des Referenzbilds berechnet. Im Schritt 25 wird der Korrelationswert der betrachteten Region mit einem Schwellenwert  $S_1$

(z.B.  $S = 0,5$ ) verglichen. Liegt der Korrelationswert darunter, so wird im Schritt 70 die betreffende Region  $i$  als geändert erkannt ( $R(i) = 1$ ). Überschreitet hingegen der Korrelationswert den Schwellenwert  $S_1$ , so wird die Ähnlichkeit der Region mit dem entsprechenden Teilgebiet des Referenzbilds weiter untersucht. Hierzu wird zunächst im Verfahrensschritt 30 die Änderung der Bildhelligkeit und Bildkontrasts der Region im aktuellen Bild im Vergleich zum Referenzbild berechnet. Anschließend wird im Verfahrensschritt 40 die Strukturabweichung berechnet. Dazu wird bildpunktweise die mittlere quadratische Abweichung des Kantenbilds des aktuellen Bilds vom Kantenbild des Referenzbilds in der Region ermittelt. Dabei wird der resultierende Zahlenwert bezüglich der Bildhelligkeit und des Bildkontrasts korrigiert. In einem statistischen Signifikanztest 45 wird geprüft, ob die verbleibende Änderung durch Bildrauschen verursacht wurde. Hierbei wird ein Zahlenwert ermittelt, der die Veränderung im Vergleich zum Bildrauschen bewertet. Ein Zahlenwert von 1 bedeutet hierbei, daß die Änderung genau dem entspricht, was aufgrund von Bildrauschen zu erwarten ist. Ein Wert  $> 1$  bedeutet, daß die Änderung stärker ist, als es durch Bildrauschen zu erwarten ist. Der ermittelte Zahlenwert wird mit einem Schwellenwert  $S_2$  (z.B.  $S_2=5$ ) verglichen. Ist der Zahlenwert größer als der Schwellenwert  $S_2$ , so wird die Region als geändert erkannt (Schritt 70). Andernfalls wird keine Änderung erkannt (Schritt 80):  $R(i) = 0$ . Vor Schritt 80 wird hierbei noch eine Schätzung des Bildrauschens in der Region durchgeführt (Verfahrensschritt 60), um bei zeitlich nachfolgenden Auswertungen einen aktuellen Schätzwert dafür verwenden zu können. Dabei wird in der als ungeändert erkannten Region ein Wert für das Bildrauschen gemessen. Der in einem nachfolgenden Signifikanztest zu verwendende Wert wird in einem rekursiven Filter ermittelt:  $A(t+1) = RE * A(t) + (1 - RE) * B(t)$ . Dabei ist  $A(t)$  der zum Zeitpunkt  $t$

angenommene Wert des Bildrauschens, der im Signifikanztest verwendet wurde,  $A(t+1)$  der zum Zeitpunkt  $t+1$  angenommene Wert des Bildrauschens, der als neuer Schätzwert für das nächste Bild dienen soll,  $B(t)$  der zum Zeitpunkt  $t$  gemessene Wert des Bildrauschens;  $RE$  ist ein Rekursionsfaktor ( $0 < RE < 1$ ), z.B.  $RE = 0,9$ . Der Wert  $A(0)$  zu Beginn des Überwachungsverfahrens ist ein heuristisch gewählter Initialwert.

Die in Figur 3 beschriebene regionenorientierte Strukturinformationsanalyse wird für jede zu Beginn des Überwachungsvorgangs ausgewählte Region durchgeführt und liefert damit für jede ausgewählte Region die binäre Statusinformation „Region geändert“ beziehungsweise „Region nicht geändert“. Die Verfahrensschritte 30, 40, 45 und 60 gewährleisten eine sichere Erkennung von Änderungen selbst dann, wenn ein globaler, von Helligkeitsschwankungen im wesentlichen unabhängiger Strukturvergleich noch nicht zur Erkennung einer Änderung führt. Die Werte für  $B$  und  $R(i)$  werden an die nachfolgende Auswertung (vergleiche Figur 4) für die Alarmierung weitergereicht.

Figur 4 zeigt einen Verfahrensablauf zur Auswertung der in den Abläufen nach Figur 2 und 3 erhaltenen Informationen. Hierzu wird für jede Region  $R(i)$  geprüft, ob der Wert  $= 1$  ist (Schritt 91); wenn nein, so wird ein Zähler  $N(i)$  auf Null gesetzt (Verfahrensschritt 93). Ferner wird ein Zähler  $T(i)$  auf Null gesetzt. Im positiven Fall wird der Zähler  $N(i)$ , der beim Start des Verfahrens den Wert 0 aufweist, um 1 hochgesetzt (Verfahrensschritt 92). Im Anschluß an den Verfahrensschritt 92 wird geprüft, ob  $B = 1$  ist (Verfahrensschritt 94). Ist  $B = 1$ , so wird der Zähler  $T(i)$  um 1 hochgesetzt (Verfahrensschritt 95). Der Zähler  $T(i)$  steht dabei zu Beginn des Verfahrens auf 0. Nach Verfahrensschritt 94 im negativen Fall bzw. nach



Verfahrensschritt 95 bzw. nach Verfahrensschritt 93 wird  
abgefragt (Abfrage 96), ob  $N(i)$  größer ist als  $T(i) + T_1$ ,  
oder ob  $N(i)$  größer als  $T_2$  ist. Falls nein, wird kein Alarm  
ausgelöst. Falls ja, wird  $N(i)$  und  $T(i)$  auf Null gesetzt  
und eine Alarmierung 110 durchgeführt.

Ziel des beschriebenen Auswerteverfahrens ist es, einerseits  
Veränderungen in Regionen möglichst frühzeitig zu erkennen,  
dabei aber andererseits globale Veränderungen im  
Blickbereich für größere Zeitspannen zuzulassen. Dazu sind  
zwei Zeitschwellen  $T_1$  und  $T_2$  eingeführt. Dabei bezeichnet  $T_2$   
die Zeitspanne, die eine Region maximal verändert sein darf,  
ohne daß ein Alarm ausgelöst wird.  $T_2$  beträgt z.B. 15  
Minuten.  $T_1$  bezeichnet die Zeitspanne, nach der frühestens  
eine Alarmierung bezüglich einer Region erfolgen kann,  
nämlich genau dann, wenn das Gesamtbild während dieser Zeit  
fortlaufend als unverändert erkannt wird. Hierzu werden pro  
Region zwei Zähler verwendet:  $N(i)$  zur Kennzeichnung, wie  
oft eine Region direkt zeitlich aufeinanderfolgend als  
geändert erkannt wurde, und  $T(i)$  zur Kennzeichnung der  
Zeitspanne, wann eine Region für den Fall „Gesamtbild  
geändert“ als „Region geändert“ erkannt wurde. Durch die  
Berücksichtigung von Zeiten, in denen das Gesamtbild  
geändert ist, führen Änderungen, die nicht nur die Region,  
sondern das Gesamtbild, betreffen, zu keiner Alarmierung, es  
sei denn, das Gesamtbild ist über einen zusammenhängenden  
Zeitraum mit der Länge  $T_2$  geändert (vergleiche hierzu  $T_2 =$   
15 min, das größer gewählt ist als  $T_1$  mit beispielsweise 20  
sec.).

5

### Ansprüche

- 10 1. Verfahren zur Erkennung von Änderungen in einem durch eine stationär angeordnete Bildaufnahmeeinheit (1) beobachteten Blickbereich, bei dem ein Referenzbild des Blickbereichs mit mindestens einem aktuellen Bild des Blickbereichs verglichen wird, dadurch gekennzeichnet,
- 15 daß aus dem Referenzbild und dem aktuellen Bild ein Referenz-Kantenbild beziehungsweise ein Kantenbild ermittelt wird (10, 11),
- daß die Korrelation mindestens einer Region des Kantenbilds mit dem entsprechenden Teilbild des Referenz-Kantenbilds ermittelt wird (20, 21) und daß bei Unterschreiten eines Schwellenwerts
- 20 der Korrelation die Region als geändert erkannt wird (70).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrelation des Kantenbilds mit dem Referenz-Kantenbild
- 25 ermittelt wird (21) und daß ein Alarm ausgegeben wird (110), wenn mindestens eine Region eine vorgegebene Zeit (T1) länger als geändert erkannt wird als das Kantenbild als geändert erkannt wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Alarm ausgegeben wird (110), wenn die mindestens eine Region des Kantenbilds länger als eine weitere vorgegebene Zeit (T2) als geändert erkannt wird, wobei die weitere vorgegebene Zeit (T2) größer ist als die vorgegebene Zeit (T1).

35

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten des Schwellenwerts die mittlere quadratische Abweichung der Region des Kantenbilds von dem entsprechenden Teilbild des Referenz-Kantenbilds bestimmt wird (40), wobei ein etwaiger Helligkeitsunterschied zwischen dem Referenz-Kantenbild und dem Kantenbild herausgerechnet wird, so daß unter Abschätzung des Bildrauschens bestimmt werden kann, ob eine nicht durch das Bildrauschen und den Helligkeitsunterschied resultierende Abweichung der Region des Kantenbilds vom Teilbild des Referenz-Kantenbilds vorliegt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle keiner Abweichung das aktuelle Bildrauschen abgeschätzt und zur Verwendung eines nachfolgenden Bildvergleichs abgespeichert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Blickbereich einen zu überwachenden Gegenstand enthält.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand ein Ausstellungsgegenstand, insbesondere in einem Museum, oder ein Geldautomat ist, wobei mindestens eine Region durch das Tastaturfeld und/oder den Geldausgabeschlitz und/oder einen Kartenschlitz des Geldautomats gebildet ist.

8. Überwachungseinrichtung mit einem Rechner (2) zur Verarbeitung von Bilddaten von einer mit dem Rechner verbindbaren (7), auf einen vorgegebenen Blickbereich ausgerichteten feststehenden Bildaufnahmeeinheit (1), dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (2) aus einem Referenzbild des Blickbereichs und einem aktuellen Bild des Blickbereichs ein Referenz-Kantenbild beziehungsweise ein Kantenbild ermittelt, daß der Rechner die Korrelation mindestens einer Region des

Kantenbilds mit dem entsprechenden Teilbild des Referenz-Kantenbilds ermittelt und daß bei Unterschreiten eines Schwellenwerts der Korrelation die Region vom Rechner als geändert registriert wird.

5

9. Überwachungseinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner die Korrelation des Kantenbilds mit dem Referenz-Kantenbild ermittelt, daß der Rechner mit einer Signalanzeige (5) verbunden ist, so daß ein Alarm über die  
10 Signalanzeige (5) ausgegeben wird, wenn die mindestens eine Region eine vorgegebene Zeit (T1) länger als geändert erkannt wird als das Kantenbild als geändert erkannt wird.

10. Überwachungseinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß über die Signalanzeige (5) ein Alarm  
15 ausgegeben wird, wenn mindestens eine Region des Kantenbilds länger als eine weitere vorgegebene Zeit (T2) als geändert erkannt wird, wobei die weitere vorgegebene Zeit (T2) größer ist als die vorgegebene Zeit (T1).

20 11. Überwachungseinrichtung einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner bei Überschreiten des Schwellenwerts die Differenz von der Region des Kantenbilds mit dem entsprechenden Teilbild des Referenz-Kantenbilds bestimmt, wobei ein etwaiger Helligkeitsunterschied zwischen dem Referenz-  
25 Kantenbild und dem Kantenbild herausgerechnet wird, so daß unter Abschätzung des Bildrauschens bestimmbar ist, ob eine nicht durch das Bildrauschen und den Helligkeitsunterschied resultierende Abweichung der Region des Kantenbilds vom Teilbild  
30 des Referenz-Kantenbilds vorliegt.

12. Überwachungseinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnahmeeinheit eine Videokamera ist.

5

10     Verfahren zur Erkennung von Szenenänderungen und  
       Überwachungseinrichtung hierzu

Zusammenfassung

15     Es wird ein Verfahren zur Erkennung von Änderungen in einem  
       durch eine stationäre angeordnete Bildaufnahmeeinheit  
       beobachteten Blickbereich vorgeschlagen, bei dem  
       Kantenbilder berechnet werden und mit Kantenbildern von  
       Referenzaufnahmen verglichen werden, um  
20     bildhelligkeitsunabhängig statische Veränderungen innerhalb  
       des beobachteten Blickbereiches zu erkennen.

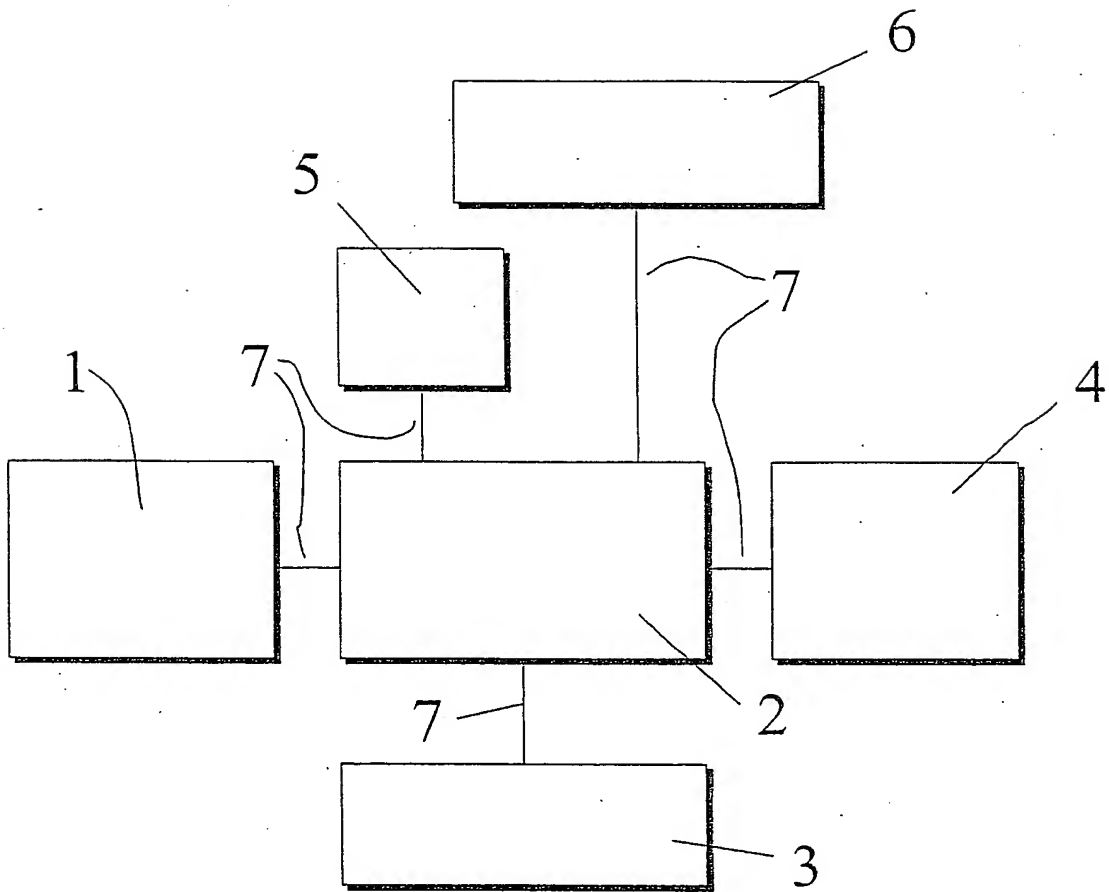


Fig.1

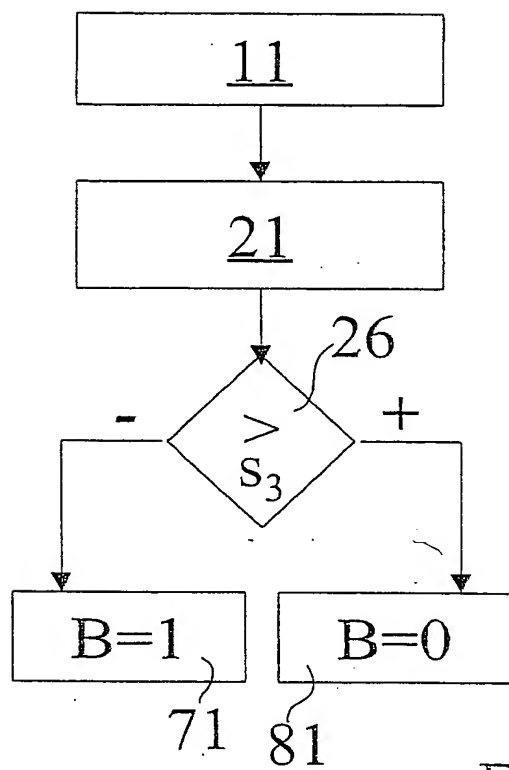


Fig.2

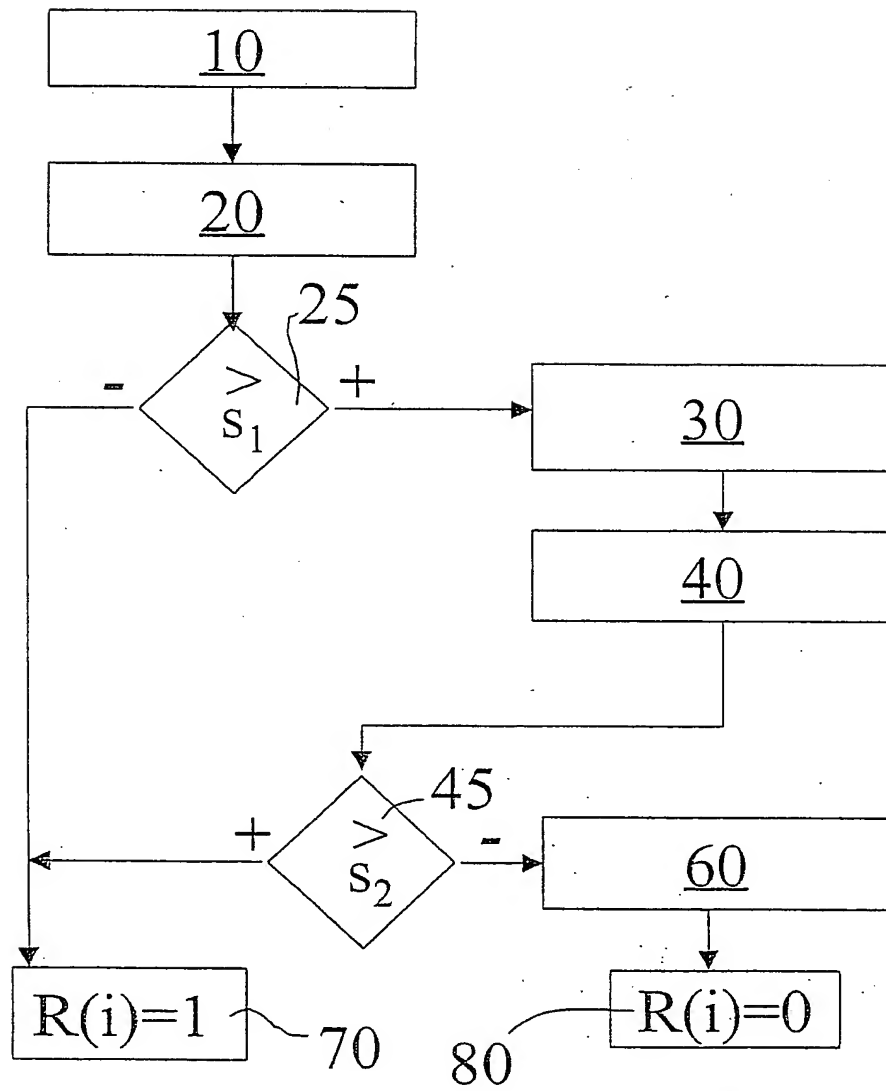


Fig. 3



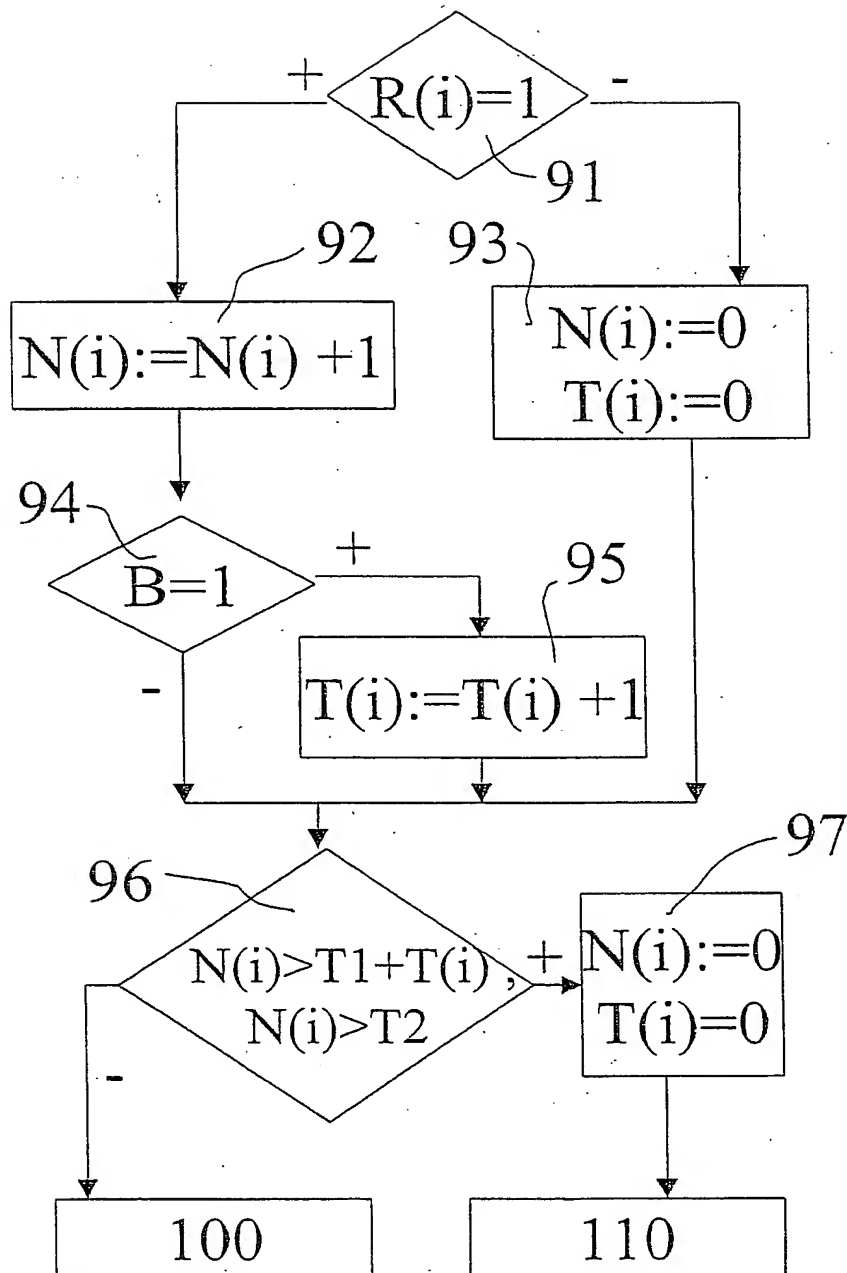


Fig.4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**